

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月24日現在

機関番号：82629

研究種目：基盤研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21310112

研究課題名（和文） 中小規模事業場における労働災害防止のためのプロセス安全管理活動
支援環境の開発研究課題名（英文） Development of Support Environment for Process Safety Management
Activity to Prevent Industrial Accident in Small and Medium-sized
Enterprises

研究代表者

島田 行恭（SHIMADA YUKIYASU）

独立行政法人労働安全衛生総合研究所・化学安全研究グループ・上席研究員

研究者番号：10253006

研究成果の概要（和文）：

化学プロセス産業における労働災害防止に焦点を当てたプロセス安全管理（PSM）のあり方について検討した。PSMのフレームワークを示す参照モデルを提案するとともに、具体的なPSMに関する業務のリストを整理した。また、対象プラント・設備のリスクアセスメントとリスク低減対策立案の論理的な実施を支援するためのリスク管理支援システム、及び過去の事故事例情報を有効活用するための事故事例データベース検索システムを開発した。

研究成果の概要（英文）：

This study focused on whole concept of PSM (Process Safety Management) activities to prevent the industrial accident in chemical process industries and proposed following reference model and PSM support systems. (1) Business process model which shows PSM framework and list of concrete PSM activities, (2) integrated risk management support system to support risk assessment for process-plant and theoretical countermeasure planning for risk reduction, and (3) search system of incident database to extract knowledge of past incidents efficiently.

交付決定額：

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,800,000	840,000	3,640,000
2010年度	4,200,000	1,260,000	5,460,000
2011年度	3,600,000	1,080,000	4,680,000
総計	10,600,000	3,180,000	13,780,000

研究分野：プロセス安全工学

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：プロセス安全管理，労働災害防止，プラントライフサイクル，業務プロセスモデル，変更管理，リスク管理，事故事例データベース

1. 研究開始当初の背景

プロセス産業の現場では、「安全管理活動はやっている。でもどこまでやれば安全が保証されるのか？」といったプロセス安全管理（PSM；Process Safety Management）活動実施上の課題が山積みされている。特に中小規模事業場では、取り扱い物質の量が少ない等

の理由から、法規制の対象外となるプラントもあり、また自主的な取り組みを行っている事業場でも、人、モノ、お金などの制約から、十分な安全管理組織（体制）を整えることができず、PSM活動だけに集中することはできない。さらに、PSMに関する知識、情報も少なく、既に普及している事故事例データベースにア

クセスし、それを自社の安全管理への教訓として活用できるような環境も整っていない。このため、労働災害発生の多い中小規模事業場では総合的かつ具体的で導入し易いPSM業務モデルの提供が望まれている。

本研究課題では化学プロセス産業における中小規模事業場での労働災害防止に焦点を当てたPSMのあり方を検討する。PSM活動の具体的な取り組みを示した参照モデルの提案とPSM情報の有効な活用を支援するためのシステム開発を目指す。

2. 研究の目的

化学プロセス産業における安全活動の取り組みの実状調査を基に、PSMのあるべき姿を検討し、労働災害防止を目的とした安全活動を支援するための環境を提供する。図1に課題とアプローチの全体像を示す。

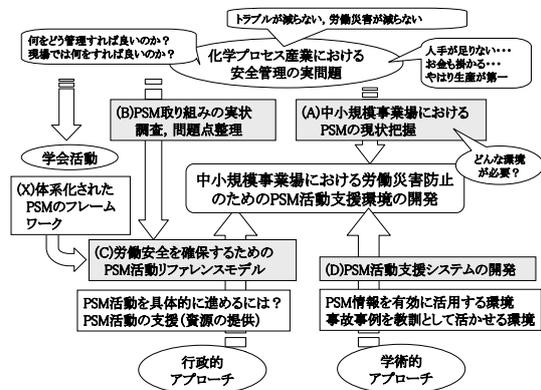


図1 課題とアプローチ (申請時)

(1) 中小規模事業場におけるPSMの実状調査、及び国内外の既存のPSMの内容と取り組みの実状を調査、比較し、問題点を整理する(A, B). (2) (1)の調査結果を基に、中小規模事業場におけるPSM活動の具体的な進め方を示した参照モデルを提案する(C).

(3) 学術的側面として、PSM情報管理の問題を解決するための支援システムを開発する。PSMに関する情報を関係者が共有し、活動の実施に合わせて情報を蓄積するとともに、最新版を確保し続けることが要求される。しかしながら、現在のPSM情報の管理は紙ベースが主流であり、担当者にとって大きな負担となっている。一方、社外の事故事例・対策に関する情報を活用することは事故災害の未然防止対策に大いに役立つ。ここではPSM情報の管理に的を絞り、PSM情報の管理支援システムと事故事例情報活用支援システムを開発する(D).

3. 研究の方法

プロセス産業の事業場(工場)などの現場を訪問し、現状、どのようにPSM活動を実施しているのかを把握するとともに、現場の要

望を確認する。また、国内外の既存のPSMについて、その内容だけでなく、導入方法等についても調査する。

プラント設計、運転、保全、及びPSMの各業務プロセスモデルを構築するとともに、業務改善や品質トラブル解析、事故事例解析への活用事例を作成する。また、変更管理の進め方のあるべき姿について検討するために、業務プロセス上で変更管理事例のトレースを行い、モデルの妥当性を検証する。これらの成果を用いて事業場での業務プロセスモデル活用を促進するための普及活動を行う。

従来、開発しているリスク管理(RM; Risk Management)支援システムに対して、使い易さを考慮した簡易版RM支援システムを開発し、リスクアセスメント教育など、中小規模事業場での活用方法を検討する。また、既に提案している事故シナリオ表現方法を様々な事故事例シナリオに適用できるように改良することで、その有用性を確認するとともに、オントロジーの概念を用いた事故事例データベースの設計と検索システムの開発を行う。

4. 研究成果

(1) 企業における安全管理活動の現状把握

化学プロセス産業を中心とした業界団体や関連する協議会などを訪問し、中小規模事業場における安全管理活動の状況について調査を行った。またいくつかの事業場を訪問し、現場見学と情報交換を行うことで、PSMの取り組みの現状を把握するとともに、問題点と課題を整理した。

(2) プラントライフサイクルにわたる業務プロセスモデル構築によるPSMの体系化

化学プラントの安全運転管理と設備保全管理の業務プロセスモデルを構築した。図2に業務プロセスモデル活用のイメージを示す。PDCAサイクルを構成する業務が明確に実施されていない箇所や、情報伝達の不具合などを事前に発見することにより、事故の未然防止に繋げる。業務改善や品質トラブル解析、事故事例解析に業務プロセスモデルを活用した事例を準備し、モデル普及のための講習会を化学工学会の地区懇話会にて開催した。

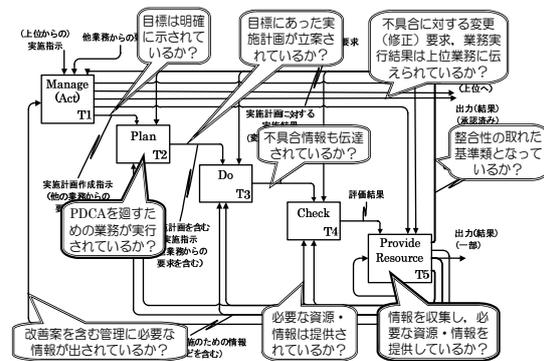


図2 業務プロセスモデル活用のイメージ

化学工学会安全部会との協働により、PSMの業務プロセスモデルを完成させ、PSMのフレームワークを提案するとともに、PSM業務の具体例（チェックリスト）を整理した。さらにプラントライフサイクルにわたる変更の業務プロセスをモデル上で確認することで、モデルの有効性を確認した。

2010年度からは、新たに発足した同部会の「変更管理のあり方WG」に参加し、変更を起因とする事故事例調査、大手企業の変更管理の現状把握、変更の定義についての議論を行った。軽微変更や同種置き換えなどの取り扱い、変更管理基準及び変更アセスメント基準に基づく変更管理のあり方と情報及び基準類のアップデートの流れなどについて提案した（図3）。また、本研究課題で提案している業務プロセスモデルを製油所でのプロセス改善を目的とした変更管理事例のトレースに用い、変更管理の業務フローを表現できることを確認するとともに、モデルの妥当性を検証している。

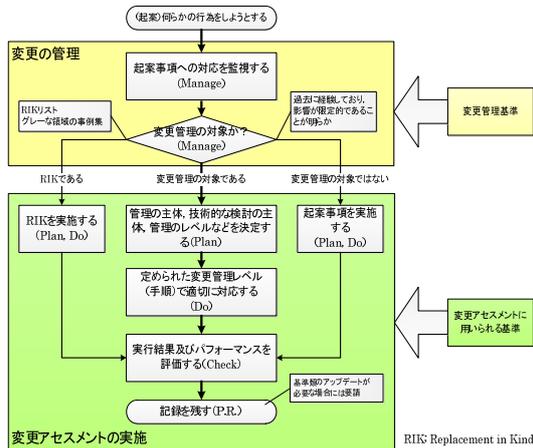


図3 変更管理の進め方

(3) 簡易版リスク管理支援システムの開発

リスクアセスメント及びリスク低減対策立案を支援する簡易版 RM 支援システムを開発した。図4にシステムの概要を示す。HAZOP支援システムによる解析結果を基に、独立防壁層の概念に基づくリスク低減対策立案の成否を考慮したフォールトツリーを自動生成し、トップ事象発生確率を計算する。これとHAZOP結果から得られたハザードによる影響度を組合せ、リスクレベルを決定する。一連のリスクアセスメント結果を基にリスク低減対策の有効性を確認することができ、安全設計をサポートする。

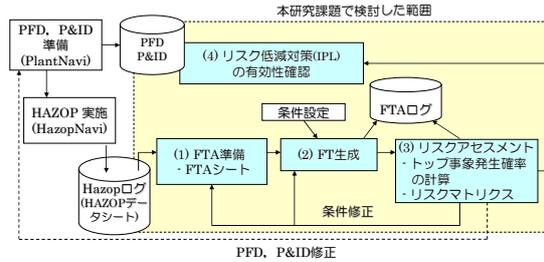


図4 簡易版RM支援システムの概要

(4) 事故事例データベース設計と検索システムの開発

過去の事故事例やその対応方法に関する情報を基に、何が問題だったのか、どのような対処方法が同様の災害を防ぐのに効果的であったのかを解析することは重要である。本研究では、事故原因から結果までの詳細な事故情報を記述するために、新たに事故シナリオ記述チャート（ARC；Accident Representation Chart）（図5）を提案し、検索システムを開発した。オントロジーの概念を用いて、検索項目間の関連性を表現することにより、効率的な検索を可能としている。

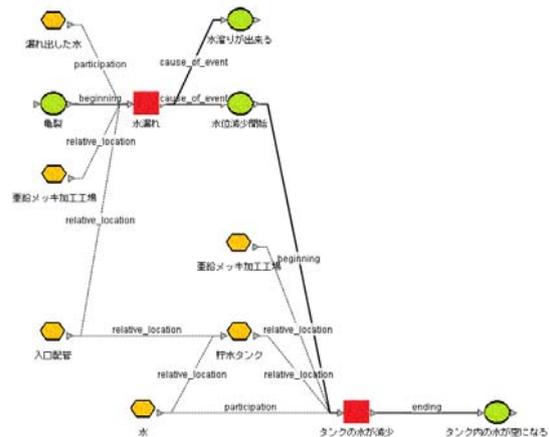


図5 ARCによる事故シナリオの表現

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

- 〔雑誌論文〕（計5件）
- ① 島田行恭, 北島禎二, 齊藤日出雄, 尾藤清貴, プロセス安全管理モデルに基づいた変更管理フロー, 安全工学, 51-2, 2012, 14-20, 査読有
- ② T.Fuchino, T.Kitajima, Y.Shimada, and K.Kawano, Framework to Systematize Recipe Design of Batch Process into Technology, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 6883, 2011, 423-432, 査読有
- ③ K.Takeda (他4名, 1番目), Use of Two-Layer Cause-Effect Model to Select

Source of Signal in Plant Alarm System, Lecture Notes in Artificial Intelligence, 6277-22, 2010, 381-388, 査読有

- ④ R. Batres, T. Fuchino, and Y. Shimada, A Semantic Approach for Incident Database Development, IChemE Symposium Series, 155, 2009, 477-484, 査読有

[学会発表] (計39件)

- ① 島田行恭, 統合型リスク管理支援システムによる安全設計の妥当性検証, 化学工学会第77年会, 2012年3月16日, 東京
- ② 島田行恭, 化学プラントの運転業務プロセスモデルの構築と適用事例, 日本設備管理学会平成23年度秋季大会, 2011年12月16日, 大阪
- ③ T. Fuchino, Rationalized Design of Alarm Sensor Allocation Consistent with Hazard Scenarios, Mary Kay O' Connor Process Safety Center 2011, International Symposium, 2011年10月25日, College Station (USA)
- ④ R. Batres, A Collaborative Framework for Enabling Efficient Information Extraction in Accident Databases, Mary Kay O' Connor Process Safety Center 2011, International Symposium, 2011年10月25日, College Station (USA)
- ⑤ 武田和宏, 化学プロセスにおける変更管理の見える化, 第43回化学工学会秋季大会, 2011年9月15日, 名古屋
- ⑥ T. Fuchino, Business Process Model for Process Design being Conscious of Independent Protection Layer, European Symposium on Computer Aided Process Engineering -21, 2011年5月30日, Chalkidiki (Greece)
- ⑦ 北島禎二, 生産管理業務のエンジニアリングアクティビティモデリング, 平成22年電気学会電子・情報・システム部門大会, 2010年9月2日, 熊本
- ⑧ T. Fuchino, Management of Engineering Standards for Plant Maintenance based on Business Process Model, 20th European Symposium on Computer Aided Process Engineering, ESCAPE-20, 2010年6月6日, Ischia (Italy)
- ⑨ R. Batres, A Knowledge-based Framework for Incident Management of Pharmaceutical Processes, 20th European Symposium on Computer Aided Process Engineering, ESCAPE-20, 2010年6月6日, Ischia (Italy)
- ⑩ T. Kitajima, A New Scheme for Management-of-Change Support Based on HAZOP-Log, 20th European Symposium on

Computer Aided Process Engineering, ESCAPE-20, 2010年6月6日, Ischia (Italy)

- ⑪ 北島禎二, プラントライフサイクルにわたるエンジニアリング業務の統合モデリング, 化学工学会第41回秋季大会, 2009年9月17日, 広島
- ⑫ Y. Shimada, Practical Framework for Process Safety Management based on Plant Life Cycle Engineering, 3rd International Conference on Integrity, Reliability & Failure, IRF'2009, 2009年7月24日, Porto (Portugal)
- ⑬ R. Batres, Systematic Ontology Development of Accident Databases, 19th European Symposium on Computer Aided Process Engineering, ESCAPE-19, 2009年6月16日, Cracow (Poland)

[図書] (計3件)

- ① Y. Shimada, T. Kitajima, T. Fuchino, and K. Takeda, InTech, Approaches to Managing Disaster - Assessing Hazards, Emergencies and Disaster Impacts, (Chapter 2) Disaster Management based on Business Process Model Through the Plant Lifecycle, 2012, 19-40
- ② 瀧野哲郎, 島田行恭 (他7名), 化学工学会関東支部, 設備保全業務の「見える化」とその応用—リスクベース保全のためのフレームワーク—, 2012, 全130頁
- ③ 島田行恭, 北島禎二, 武田和宏 (他7名), 化学工学テクニカルレポート No.42, 安全管理の見える化—化学プラント安全管理のための業務フローモデルの提案—, 化学工学会, 2010, 全128頁

6. 研究組織

(1) 研究代表者

島田 行恭 (SHIMADA YUKIYASU)
独立行政法人労働安全衛生総合研究所・
化学安全研究グループ・上席研究員
研究者番号: 10253006

(2) 研究分担者

瀧野 哲郎 (FUCHINO TETSUO)
東京工業大学・理工学研究科・准教授
研究者番号: 30219076
ラファエル バトレス (BATRES RAFAEL)
豊橋技術科学大学・工学部・准教授
研究者番号: 20313372
武田 和宏 (TAKEDA KAZUHIRO)
静岡大学・工学部・准教授
研究者番号: 60274502
北島 禎二 (KITAJIMA TEIJI)
東京農工大学・工学研究院・助教
研究者番号: 80273845